

Bestimmung der Mischgüte von Biosubstrat in Fermentern mittels Sensorpartikel

Lukas Buntkiel¹, Sven Annas², Sebastian Reinecke¹

¹ Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf e.V., ² FH Münster



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Motivation und Zielsetzung

Herausforderungen

- Identifikation von Entmischungs- und Totzonen
- Überwachung und Optimierung des Rührvorgangs
- Reduktion des derzeit hohen Totzonenanteils von über 40 %
- Messung von örtlich verteilten Prozessparametern

Ziele

- Identifizierung von Optimierungspotentialen
- Validierung numerischer Simulationen des Fermenters
- Erhöhung des Prozessverständnisses (Mischgüte, Strömungsvorgänge, Prozessgrößen,...)



Blick in einen Fermenter

Sensorpartikel im Laborbehälter

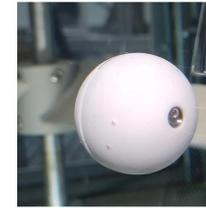
- Rührbehälter mit Schrägblattrührer
- Volumen 1.400 l Wasser
- Höhe-zu-Durchmesserverhältnis von 0,49
- Messdauer SP von 1 h
- Simulationszeit 98 s, (Ansys Fluent 2021, k-e-Turbulenzmodell) → ca. 1200 h Rechenzeit



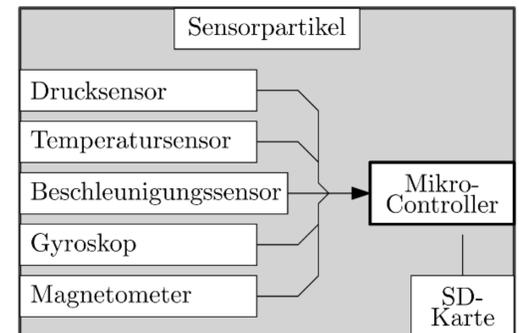
Ergebnisse und Fazit

- Untersuchung der Mischvorgänge in gerührten Behältern ist mit Sensorpartikeln möglich
- Neue Detailtiefe hinsichtlich zentraler Vorgänge bei der Biogasproduktion auf Basis der Aufenthaltswahrscheinlichkeit und des Geschwindigkeitsprofils
- Vergleichbare Durchmischung für alle Drehzahlen → effizienter Betrieb bei 27,6 U/min möglich
- Simulationsergebnisse zeigen noch eine Zeitabhängigkeit, da noch kein quasi-stationärer Zustand erreicht

Sensorpartikel – Aufbau



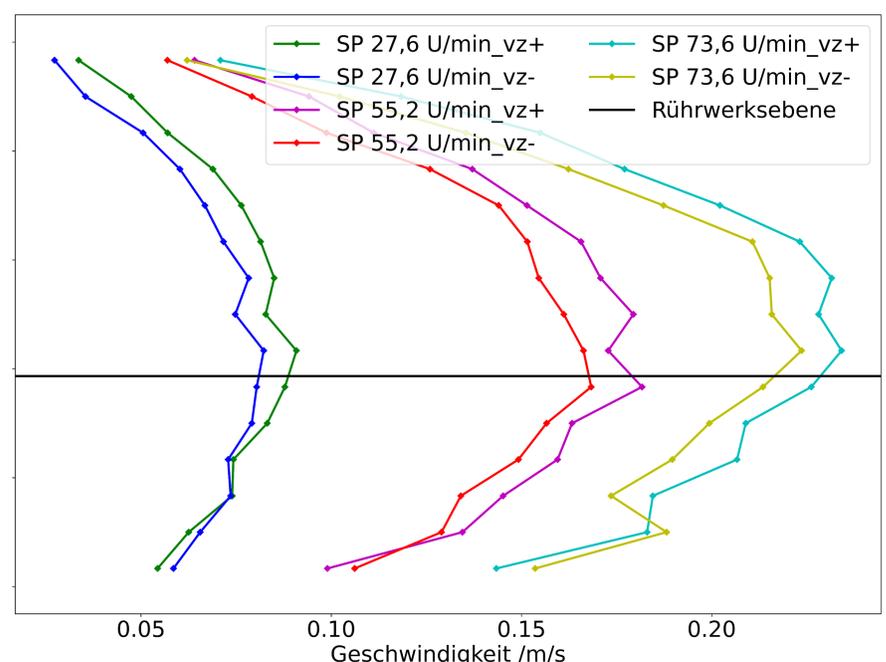
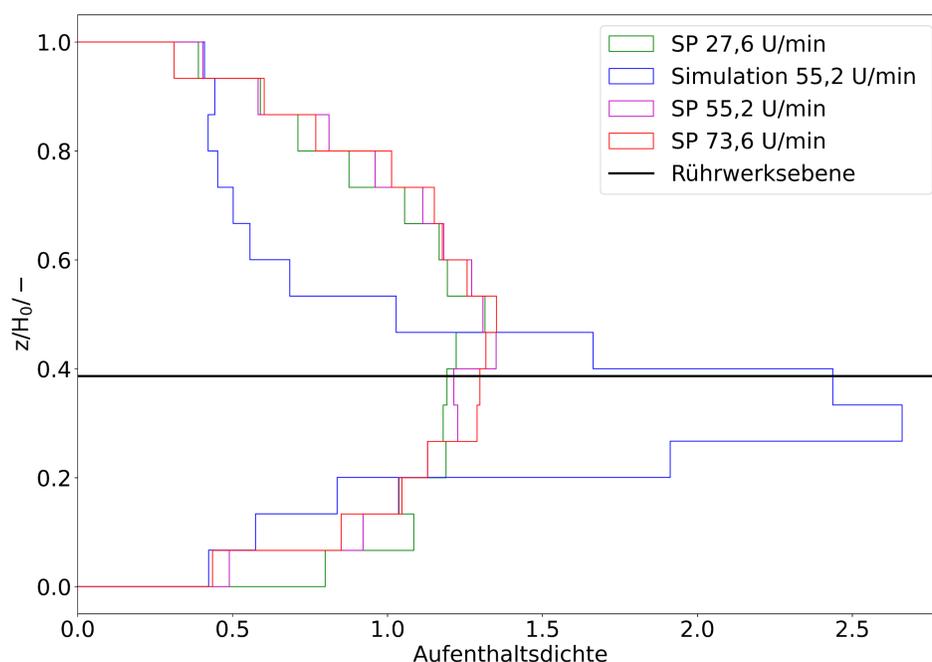
- Durchmesser 40 mm
- Akkulaufzeit ca. 90 Minuten
- Dichteanpassung über Volumenänderung



Sensorpartikel – Auswertung

Auswertung des hydrostatischen Drucks

- Vertikale Aufenthaltsverteilung
- Vertikales Geschwindigkeitsprofil
- Vertikale Mischzonen/Totzonen
- Vertikale Mischzeiten



Aufenthaltsprofile der SPs zeigen vollständige Durchmischung mit inhomogenen Bereich am Behälterboden und nahe der Fluidoberfläche.

Zunahme der vertikalen Geschwindigkeit bei Steigerung der Drehzahl.

Literatur

- Reinecke, S. F., Buntkiel, L., Kipping, R., & Hampel, U. (2022). Process characterization in industrial vessels by flow-following sensor particles. *Measurement Science and Technology*, 33(9), 095106.
- Buntkiel, L.; Reinecke, S.; Hampel, U. Richtungs aufgelöste Messung von Beschleunigungen mit Sensorpartikeln in industriellen Prozessbehältern. Proceedings of Dresdner Sensor-Symposium 2022, Dresden, Germany, 5–7 December 2022.

Förderhinweis

BMEL: SensOMix (FKZ 2219NR390), Neobio (FKZ 22032618)
Helmholtz-Gemeinschaft: Clean Water Technology Lab – Ein Helmholtz Innovation Lab (HIL-A02)